

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-044206

(43)Date of publication of application : 17.02.1998

(51)Int.Cl.

B29C 45/77

B29C 45/50

(21)Application number : 08-216915

(71)Applicant : JAPAN STEEL WORKS LTD:THE

(22)Date of filing : 31.07.1996

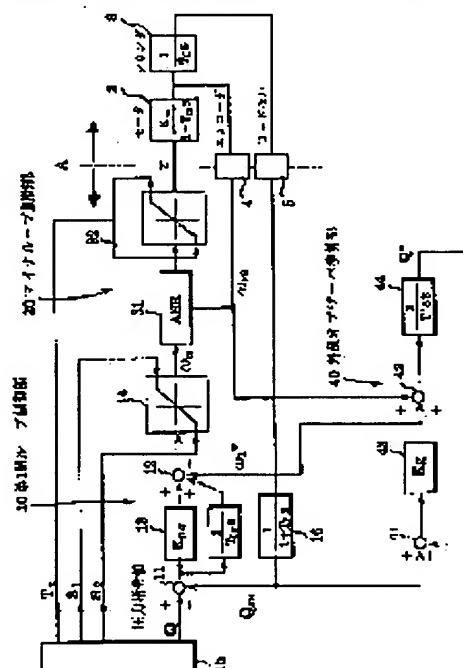
(72)Inventor : OCHI SEISHI

## (54) CONTROL OF PRESSURE OF INJECTION MOLDING MACHINE AND APPARATUS THEREFOR

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a method for controlling pressure of an injection molding machine capable of obtaining a molded product high in the reproducibility or response of resin pressure and having high quality.

**SOLUTION:** When the resin pressure of an injection molding machine equipped with at least a screw 3 and an injection motor 2 driving the screw 3 in an injection direction is controlled, an injection speed is operated on the basis of an operation signal of a set resin pressure value Q and a detected resin pressure value QFB and an operation signal obtained from the operated injection speed and a blind speed ? 1" estimated by an observer 40, that is, the difference between the injection speed and the blind speed ? 1" is controlled so that the pressure value of an injection shaft coincides with a set pressure value.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

29.09.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3168289

[Date of registration]

16.03.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

**BEST AVAILABLE COPY**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-44206

(43) 公開日 平成10年(1998) 2月17日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

B 2 9 C 45/77  
45/50

識別記号

庁内整理番号

F I

B 2 9 C 45/77  
45/50

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 3 F D (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平8-216915

(22) 出願日 平成8年(1996) 7月31日

(71) 出願人 000004215

株式会社日本製鋼所  
東京都千代田区有楽町一丁目1番2号

(72) 発明者 越智 清史

広島市安芸区船越南1丁目6番1号 株式  
会社日本製鋼所内

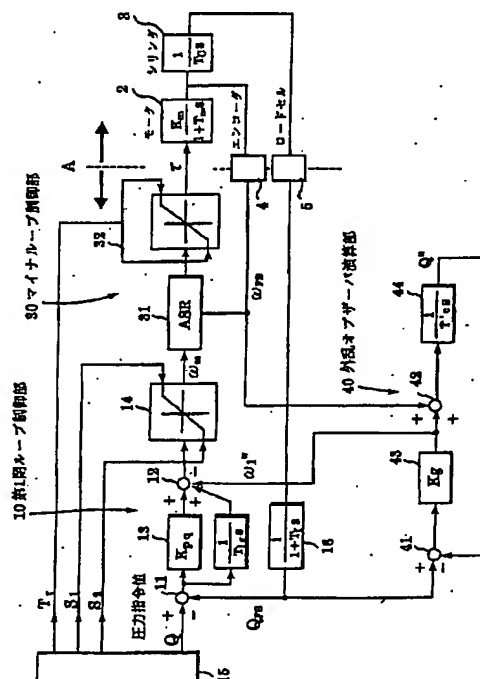
(74) 代理人 弁理士 杉谷 嘉昭 (外1名)

(54) 【発明の名称】 射出成形機の圧力制御方法および圧力制御装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 樹脂圧力の再現性や応答性が高く、高品質の成形品を得ることができる、射出成形機の圧力制御方法を提供する。

【解決手段】 少なくともスクリーユ3と、このスクリーユ3を射出方向に駆動する射出用のモータ2とを備えた射出成形機の樹脂圧力を制御するとき、設定樹脂圧力値Qと検出樹脂圧力値 $Q_{FB}$ との動作信号に基づいて射出速度を演算し、この演算した射出速度とオブザーバ40により推定した無効速度 $\omega_1''$ とから得られる動作信号、すなわち射出速度と無効速度 $\omega_1''$ との差を、射出軸の圧力値が設定圧力値と一致するように制御する。



BEST AVAILABLE COPY

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくともスクリュー（3）と、このスクリュー（3）を射出方向に駆動する射出用のモータ（2）とを備えた射出成形機の樹脂圧力を制御すると

き、  
設定樹脂圧力値（Q）と検出樹脂圧力値（Q<sub>FB</sub>）との動作信号に基づいて射出速度を演算し、この演算した射出速度と推定した無効速度（ $\omega_1$ ）とから得られる動作信号により射出用のモータ（2）に入力するトルク

（ $\tau$ ）を演算することを特徴とする射出成形機の圧力制御方法。

【請求項2】 樹脂圧力の閉ループ制御部（10）と、樹脂射出速度の閉ループ制御部（30）と、外乱オブザーバ演算部（40）と、射出する樹脂の圧力または樹脂の圧力に相当する圧力を検出する圧力検出手段（5）と、射出速度または射出速度に相当する速度を検出する速度検出手段（4）とからなり、

前記樹脂圧力の閉ループ制御部（10）は、設定樹脂圧力値（Q）と前記圧力検出手段（5）で検出される検出樹脂圧力値（Q<sub>FB</sub>）とから得られる動作信号を調節して速度指令値を出力する制御器（13）を備え、

前記樹脂射出速度の閉ループ制御部（30）は、前記樹脂圧力の閉ループ制御部（10）で調節された速度指令値と前記外乱オブザーバ演算部（40）で演算された無効速度推定値（ $\omega_1$ ）とから得られる動作信号である速度指令値（ $\omega_m$ ）と、前記速度検出手段（4）で検出される速度検出値（ $\omega_{FB}$ ）とから射出用のモータトルク（ $\tau$ ）を演算する速度制御器（31）を備え、

射出用のモータ（2）は、前記樹脂射出速度の閉ループ制御部（30）の速度制御器（31）の出力信号により制御されることを特徴とする射出成形機の圧力制御装置。

【請求項3】 請求項2記載の外乱オブザーバ演算部（40）が、圧力検出手段（5）で検出される検出樹脂圧力値（Q<sub>FB</sub>）と圧力推定値（Q<sup>\*</sup>）とから得られる動作信号を調節して無効速度推定値（ $\omega_1$ ）を得る調節部（43）と、無効速度推定値（ $\omega_1$ ）と速度検出手段（4）で検出される速度検出値（ $\omega_{FB}$ ）とから得られる動作信号を調節して圧力推定値（Q<sup>\*</sup>）を得るオブザーバ（44）とからなる射出成形機の圧力制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、少なくともスクリューと、このスクリューを射出方向に駆動する射出用のモータとを備えた射出成形機の樹脂圧力を制御する、射出成形機の圧力制御方法およびこの方法の実施に使用される圧力制御装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 射出成形機は、文献名を挙げるまでもなく従来周知で、射出シリンダ、この射出シリンダ内で回

転方向と軸方向とに駆動自在に設けられているスクリュー等から構成されている。そして射出成形機が電動式の場合は、スクリューを回転駆動する可塑化用の電動モータも、軸方向に駆動する射出用の電動モータも共にサーボモータから構成されている。

【0003】 このような電動射出成形機的具体例を、図6によりさらに詳しく説明する。電動射出成形機は、可塑化用の電動モータ1と射出用の電動モータ2とを備えている。そして、可塑化用の電動モータ1の出力軸には、駆動軸6が接合されている。駆動軸6は中間プレート7のスラストおよびラジアル軸受に軸受けされ、そして、射出シリンダ3内で回転方向と軸方向とに駆動されるスクリュー8に接続されている。射出用の電動モータ2の出力軸には、カップリングを介してボールネジ9が接合され、このボールネジ9に中間プレート7に設けられているボールナットが螺合している。ボールネジ9は、ラジアル軸受と共にスラスト軸受により軸受けされ、軸方向の移動は拘束されている。したがって、ボールネジ9が回転駆動されると、中間プレート7が軸方向に移動し、スクリュー8が射出シリンダ3内で射出方向に駆動されることになる。

【0004】 電動射出成形機は、概略以上のように構成されているので、可塑化用の電動モータ1によりスクリュー8を射出シリンダ3内で回転駆動して従来周知のように計量することができ、また射出用の電動モータ2によりスクリュー8を軸方向に駆動して射出し、そして保圧することもできる。ところで、上記のようにして計量、射出、保圧、計量を繰り返しながら成形するときの背圧、射出圧力、保圧等は成形品の品質に影響を及ぼすので、これらの圧力は色々な方法で検出され、そして制御されている。例えば、射出樹脂圧力は、射出シリンダ3の先端部、あるいは金型に樹脂圧力センサを取り付けて直接樹脂圧力を測定する方法、図6に示されているようにスクリュー8が射出時に受ける反力をロードセル5により検出する方法、電動射出成形機においては、樹脂圧力の発生源は射出用の電動モータ2のトルクであるので、電動モータ2の電流値を測定し、測定した電流値に予め設定された定数を乗算する方法等が採用されている。

【0005】 金型あるいは射出シリンダ3に樹脂圧力センサを取り付けて射出樹脂圧力を検出する方法は、スクリュー8を射出方向に駆動する駆動装置の種類に関係なく適用できる利点があり、また射出樹脂圧力を直接測定するので、精度も高いが樹脂圧力センサは比較的高価である難点がある。また、樹脂圧力センサを金型等に取り付けなければならないので、金型の構造が複雑になる欠点もある。樹脂圧力センサが高価で、金型の構造が複雑になるので、全体として射出成形機のコストアップになってしまう。

【0006】 そこで、電動射出成形機においては射出用

の電動モータ2のトルクを制御する方法が採用されている。この制御方法にはオープンループによる制御も行われているが、一般には図7に示されているように、フィードバック制御が行われている。この制御装置50は、第1の加え合わせ点51、圧力制御ゲイン $K_1$ の第1の調節部52、第2の加え合わせ点53、速度制限ゲイン $K_2$ の第2の調節部54、第3の加え合わせ点55、トルク定数 $K_T$ の第3の調節・操作部56、電流制御形電力変換器57等から構成されている。

【0007】そして、第1の加え合わせ点51には圧力設定値 $P_s$ と、射出軸9'に関連して設けられているロードセル5により検出される圧力検出値 $P_F$ とが入力されるようになっている。第1の加え合わせ点51で得られる動作信号には圧力制御ゲイン $K_1$ で調節され、第3の加え合わせ点55に入力される。この第3の加え合わせ点55には、射出用の電動モータ2に取り付けられているエンコーダ4で検出される速度検出値 $V_1$ と速度制

$$T_P = T_M - J(d\omega/dt) - K\omega - T_R$$

ただし、 $T_P$ ：圧力伝達トルク

$T_M$ ：電動モータ発生トルク

$T_R$ ：静止摩擦トルク等の非線形損失

$J$ ：慣性モーメント

$K$ ：走行摩擦係数

$\omega$ ：射出速度

上記式から、モータトルクが実際の樹脂圧力として伝達されるまでには、様々な損失があることが判る。なかでも静止摩擦等の非線形損失は、フィードバック制御において非常に煩わしい外乱成分となり、大きな位相遅れを発生し、系を不安定なものとす。系の不安定は、フィードバック制御ゲインを小さくすると、安定にすることはできる。しかしながら、応答速度が遅くなり、外乱に対しても非常に弱い系になる。これとは逆にゲインを大きくすると、系は不安定になり発振を起こしやすくなる。以上述べたように、従来の電動モータの駆動力すなわちトルクを直接制御する方式では、圧力制御の高性能化を図るためには、多くの外乱要素および非線形要素を考慮しなければならないが、これは現実的には殆ど不可能に近く、通常のPI制御で経験的に妥当なゲイン設定を行うしか方法がなく、圧力の再現性や応答性が低いという欠点がある。このように、樹脂圧力が設定値通りに制御されないと、射出される樹脂の組成に悪影響を及ぼし成形品の品質を落とすことにもなる。したがって、本発明は樹脂圧力の再現性や応答性が高く、高品質の成形品を得ることができる、射出成形機の圧力制御方法およびこの方法の実施に使用される圧力制御装置を提供することを目的としている。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記目的を達成するために、圧力の制御をスクリュウの変位の制御によって行う。すなわち、本発明の上記目的は圧力の発生系をばね系として制御することにより達成される。この場合の圧力伝達方程式は、次のようになる。

$$Q_1 = K_s \int (\omega - \omega_1) dt \quad (1)$$

\*限値 $V_2$ との動作信号を得る第2の加え合わせ点53から出力される信号に速度制限ゲイン $K_2$ が乗じられた信号も入力される。第3の加え合わせ点55から出力される動作信号は、第3の調節・操作部56からトルク指令信号として、その電流指令信号が電流制御形電力変換器57に入力される。そして、この電流制御形電力変換器57から射出用の電動モータ2に所定の電流が供給されるようになっている。このように、従来は樹脂圧の制御は、射出用の電動モータ2の駆動力すなわちトルクを直接制御することにより行われている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】上記のように、電動モータ2のトルクを制御することにより樹脂圧力を制御することはできるが、トルク制御によると、圧力の再現性や応答性が低いという欠点がある。さらに詳しく説明すると、図7に示されているようにトルク制御をすると、その圧力伝達方程式は、次のようになる。

ただし、 $Q_1$ ：発生圧力

$\omega$ ：スクリュウの速度

$K_s$ ：ばね定数

$\omega_1$ ：無効速度

上記(1)式から、従来の方式に存在していた非線形要素や圧力損失が全く無くなっていることが判る。さらには $(\omega - \omega_1)$ を制御すれば、常にばね系として制御できることも判る。換言すれば無効速度 $\omega_1$ は、樹脂の充填状態に相当して発生する変数であるので、樹脂の充填状態と無関係に圧力を制御できることを表している。ところで、無効速度 $\omega_1$ は、直接検出できない内部状態変数であるので、実際の検出速度および検出圧力値を利用して、オブザーバ(状態観測器)、カルマンフィルタ等で推定し、 $(\omega - \omega_1)$ を制御することにより達成される。かくして、本発明は前記目的を達成するために、少なくともスクリュウと、このスクリュウを射出方向に駆動する射出用のモータとを備えた射出成形機の樹脂圧力を制御するとき、設定樹脂圧力値と検出樹脂圧力値との動作信号に基づいて射出速度を演算し、この演算した射出速度と推定した無効速度とから得られる動作信号により射出用のモータに入力するトルクを演算するように構成される。請求項2記載の発明は、樹脂圧力の閉ループ制御部と、樹脂射出速度の閉ループ制御部と、外乱オブザーバ演算部と、射出する樹脂の圧力または樹脂の圧力に相当する圧力を検出する圧力検出手段と、射出速度または射出速度に相当する速度を検出する速度検出手段とからなり、前記樹脂圧力の閉ループ制御部は、設定樹脂圧力値と前記圧力検出手段で検出される検出樹脂圧力値とから得られる動作信号を調節して速度指令値を出力す

る制御器を備え、前記樹脂射出速度の閉ループ制御部は、前記樹脂圧力の閉ループ制御部で調節された速度指令値と前記外乱オブザーバ演算部で演算された無効速度推定値とから得られる動作信号である速度指令値と、前記速度検出手段で検出される速度検出値とから射出用のモータトルクを演算する速度制御器を備え、射出用のモータは、前記樹脂射出速度の閉ループ制御部の速度制御器の出力信号により制御されるように構成される。そして、請求項 3 記載の発明は、請求項 2 記載の外乱オブザーバ演算部が、圧力検出手段で検出される検出樹脂圧力値と圧力推定値とから得られる動作信号を調節して無効速度推定値を得る調節部と、無効速度推定値と速度検出手段で検出される速度検出値とから得られる動作信号を調節して圧力推定値を得るオブザーバとから構成される。

#### 【0010】

【発明の実施の形態】以下、添付図面により本発明の実施の形態を説明する。図 1 は本発明の実施の形態を示すブロック線図であるが、同図において縦線 A から右方が制御対象を、そして左方が制御装置を示している。制御対象は、図 6 に関して説明したように構成されているが、図 1 には射出用の電動モータ 2、射出シリンダ・スクリュウ系 3 のみが模式的に示されている。射出用の電動モータ 2 は、速度／トルクの伝達関数が  $K_m / (1 + T_m s)$  の一次系の遅れとして、また射出シリンダ・スクリュウ系 3 は、ばね系とみなし圧力／速度の伝達関数は積分系の  $1 / T_c s$  として表されている。そして、図 1 に示されている実施の形態によると、スクリュウの速度あるいは射出速度は、射出用の電動モータ 2 に取り付けられているエンコーダ 4 により検出され、また樹脂圧力値はスクリュウの軸に関連して取り付けられているロードセル 5 により検出されるようになっている。

【0011】制御装置は、樹脂圧力の閉ループ制御を行う第 1 閉ループ制御部 10 と、射出速度の閉ループ制御を行うマイナーループ制御部 30 と、無効速度を推定する外乱オブザーバ演算部 40 とから構成されている。第 1 閉ループ制御部 10 は、第 1 の加え合わせ点 11、比例積分動作をする P I 制御器 13、第 2 の加え合わせ点 12、速度リミッタ 14、設定部 15 等から構成されている。第 1 の加え合わせ点 11 には、設定部 15 で設定される圧力指令値 Q と、ロードセル 5 で検出される圧力が圧力検出フィルタ 16 を通してフィードバックされる圧力検出値  $Q_{FB}$  とが入力され、第 2 の加え合わせ点 12 には、P I 制御器 13 の出力値と外乱オブザーバ演算部 40 で推定される無効速度推定値  $\omega_1'$  とが入力され、そして速度リミッタ 14 には設定部 15 で設定される正、負方向の速度制限値  $S_1$ 、 $S_2$  がそれぞれ入力されるようになっている。

【0012】マイナーループ制御部 30 は、速度制御器 31 とトルクリミッタ 32 とからなり、速度制御器 31 に

は速度リミッタ 14 から出力される速度指令値  $\omega_m$  と、エンコーダ 4 で検出される速度検出値  $\omega_{FB}$  がフィードバックされる。そして、このトルクリミッタ 32 には設定部 15 で設定されるモータトルク制限値  $T_l$  が入力され、制限されたトルク  $\tau$  として射出用の電動モータ 2 に出力される。

【0013】外乱オブザーバ演算部 40 は、第 1、2 の加え合わせ点 41、42 と、オブザーバゲイン  $K_g$  の調節部 43、伝達関数が積分系として表されているオブザーバ 44 とから構成されている。第 1、2 の加え合わせ点 41 には、圧力検出値  $Q_{FB}$  とオブザーバ 44 で推定される圧力推定値  $Q''$  とが入力される。第 1 の加え合わせ点 41 から出力される信号は、オブザーバゲイン  $K_g$  で調節され、その出力信号は無効速度推定値  $\omega_1''$  として前述した第 1 閉ループ制御部 10 の第 2 の加え合わせ点 12 に入力される。

【0014】次に作用について説明する。設定部 15 に圧力指令値 Q、正、負方向の速度制限値  $S_1$ 、 $S_2$  およびモータトルク制限値  $T_l$  を設定する。そして、可塑化用の電動モータと、射出用の電動モータ 2 により従来周知のようにして計量し、射出・保圧し成形品を得る。このとき、第 1 閉ループ制御部 10 の第 1 の加え合わせ点 11 には設定圧力値あるいは圧力指令値 Q と、ロードセル 5 で検出される検出圧力値  $Q_{FB}$  とが入力され、その動作信号は P I 制御器 13 により調節され、モータの速度指令信号として第 1 の加え合わせ点 12 に入力される。外乱オブザーバ演算部 40 において、ロードセル 5 で検出される検出圧力値  $Q_{FB}$  と、圧力推定値  $Q''$  とが第 1 の加え合わせ点 41 に入力され、そしてオブザーバゲイン  $K_g$  で調節されて無効速度推定値  $\omega_1'$  が得られ、第 1 閉ループ制御部 10 の第 2 の加え合わせ点 12 に入力される。なお、外乱オブザーバ演算部 40 では、第 2 の加え合わせ点 42 に無効速度推定値  $\omega_1''$  と、エンコーダ 4 で検出される速度検出値  $\omega_{FB}$  が入力され、これが有効速度としてオブザーバ 44 で調節されて圧力推定値  $Q''$  が第 1 の加え合わせ点 41 へ出力される。

【0015】第 1 閉ループ制御部 10 の第 2 の加え合わせ点 12 からはモータ速度指令値が出力される。そして、速度リミッタ 14 で制限されたモータ速度指令値  $\omega_m$  が速度制御器 31 に入力される。速度制御器 31 にはエンコーダ 4 で検出される速度検出値  $\omega_{FB}$  が入力され、モータトルクとして出力される。そしてトルクリミッタ 32 により制限値内に制限されたトルク値  $\tau$  が射出用の電動モータ 2 に加えられる。これにより、樹脂圧力が設定圧力値に一致するように制御される。

#### 【0016】

##### 【実施例】

実施例 1：本実施の形態による制御方法により、電動射出成形機に適用し、射出・保圧切り換え時の圧力波形を計測した。その結果を、図 2 において縦軸に圧力を、横

軸に時間を取ってその波形を示す。この波形から保圧1段から速やかに圧力設定値と整定し、完全に充填された時点すなわち保圧2段以後の圧力の応答波形と殆ど同様に制御されていることが判る。比較のために、図7に示されている従来の制御方法すなわち充填状態を考慮していない制御方法により、同様に射出・保圧切り換え時の圧力波形を計測した。その結果を図4に示す。従来法によると、保圧1段の圧力波形が大きく乱れていることが判る。この原因は、射出・保圧切り換え点付近では、樹脂の不完全な充填状態から完全な充填状態に向けて大きく変化しているにも拘らず、PI制御の積分動作によって充填状態の変化をカバーしているためである。すなわち積分時定数と、充填状態の変化時間には何等相関がないために、系の変化の度合いに応じて応答が乱れてしまうからである。

【0017】実施例2：同様に、本実施の形態による制御方法を電動射出成形機に適用し、背圧制御時の圧力波形を計測した。その結果を、図3において縦軸に圧力を、横軸に時間を取ってその波形を示す。背圧制御時は充填方向が射出時と逆方向であり、背圧の制御開始時には充填状態の変化すなわち計量速度がステップ外乱として圧力制御系に入力されることになるのでオーバーシュートするが、図3に示されているように本実施の形態によると、オーバーシュートは見られない。このことは、前述した(1)式から得られる伝達関数から明らかなように、原理的にこのステップ外乱の影響を受けないからである。これに対し、図5に示されている従来の制御方法では大きくオーバーシュートしている。

【0018】

【発明の効果】以上のように、本発明によると、設定樹脂圧力値と検出樹脂圧力値との動作信号に基づいて射出速度を演算し、この演算した射出速度と推定した無効速度とから得られる動作信号により射出用のモータに入力するトルクを演算するので、すなわちスクリーンの速度

と無効速度との差を、射出軸の圧力値が設定圧力値と一致するように制御するので、非線形要素や圧力損失がなく、樹脂圧力の再現性や応答性の高い圧力制御ができる。特に、従来困難とされていた背圧制御、射出・保圧切り換え時の圧力波形が改善され、高品質の成形品を得ることができる効果も得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態を示すブロック線図である。

10 【図2】 本発明の実施の形態による射出・保圧切り換え時の圧力波形を示す図である。

【図3】 本発明の実施の形態による背圧制御時の圧力波形を示す図である。

【図4】 従来の制御法によった射出・保圧切り換え時の圧力波形を示す図である。

【図5】 従来の制御法によった射出・保圧切り換え時の圧力波形を示す図である。

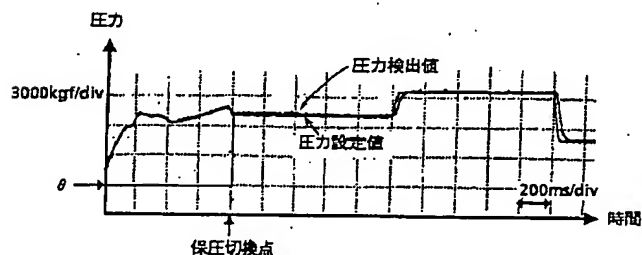
【図6】 電動射出機を一部断面にして模式的に示す正面図である。

20 【図7】 従来の制御法を示すブロック線図である。

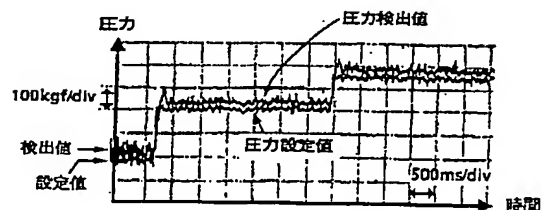
【符号の説明】

2	射出用の電動モータ
3	シリンダ・スクリー系
4	エンコーダ
5	ロードセル
10	第1閉ループ制御部
11、12	第1、2の加え合わせ点
13	PI制御器
30	マイナーループ制御部
31	速度制御器
40	外乱オブザーバ演算部
43	調節部
44	オブザーバ

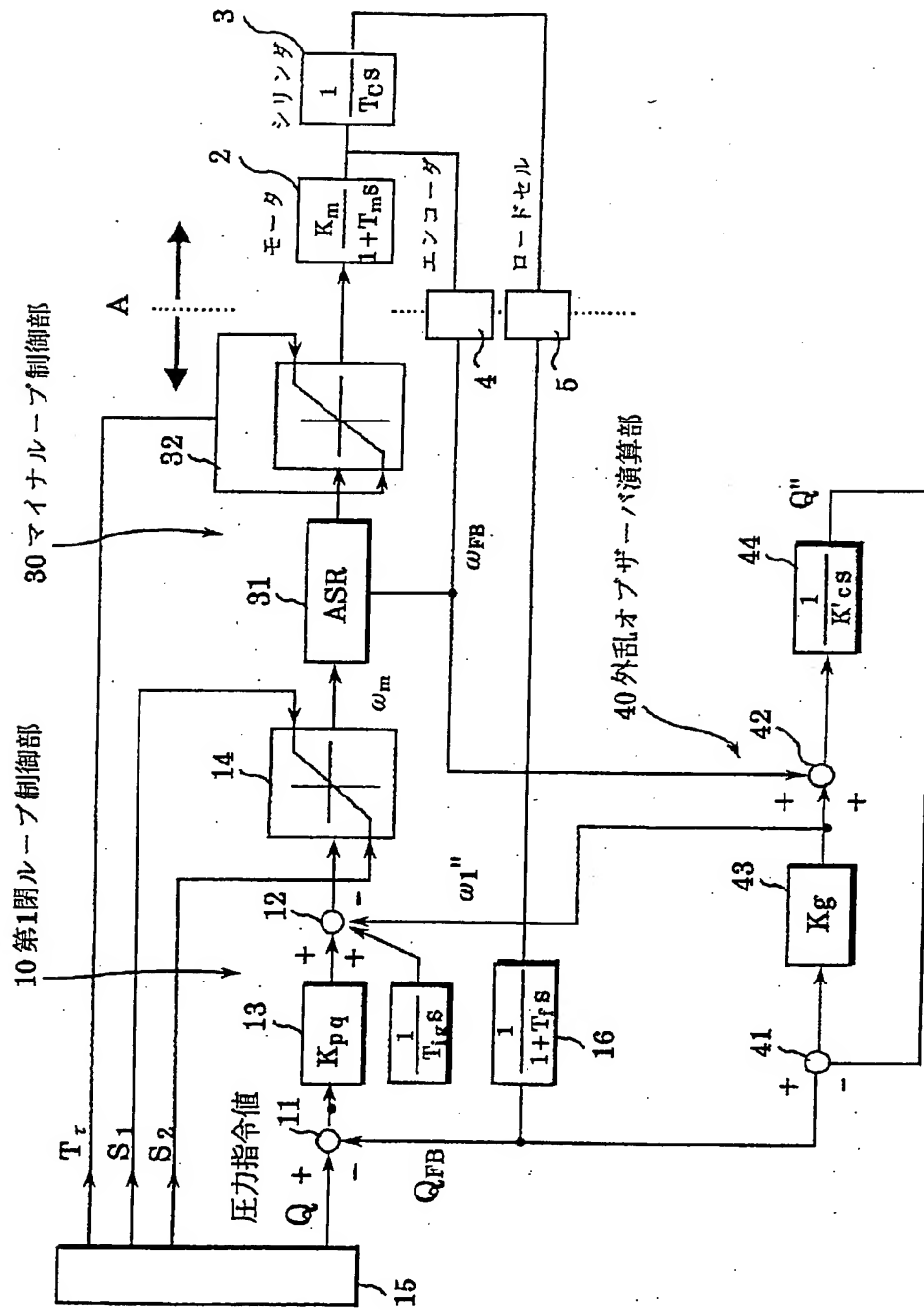
【図2】



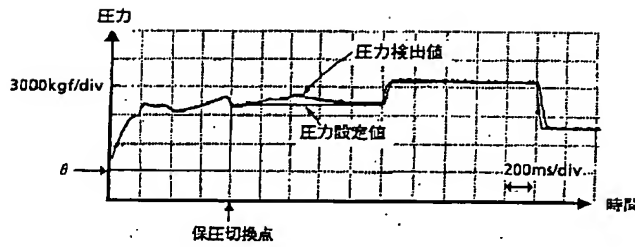
【図3】



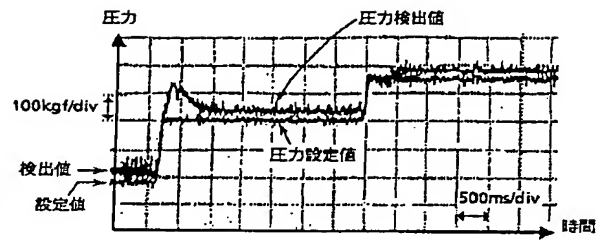
【図1】



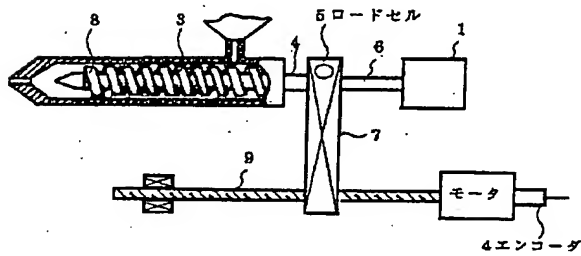
【図4】



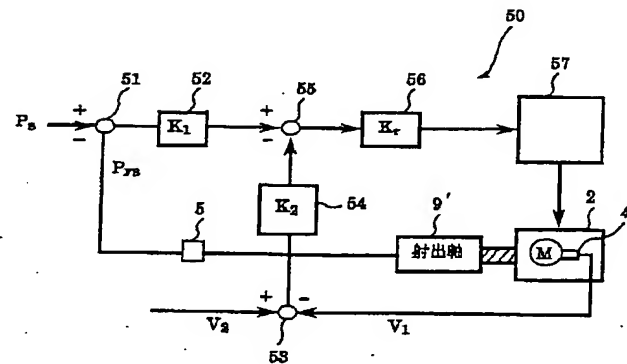
【図5】



【図6】



【図7】



【手続補正書】

【提出日】平成9年2月4日

【手続補正1】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図1

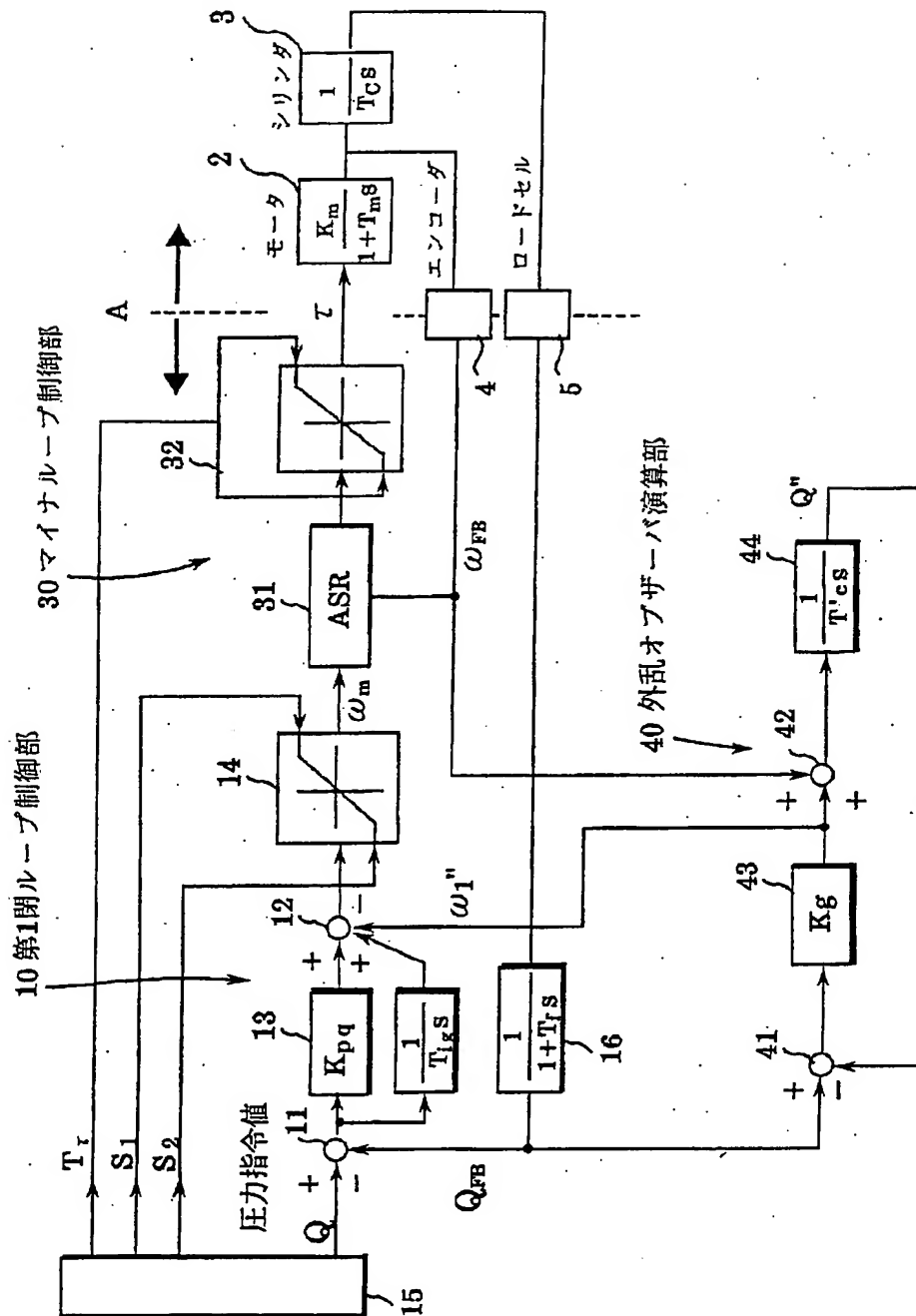
【補正方法】変更

【補正内容】

【図1】

BEST AVAILABLE COPY





【手続補正2】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図6

【補正方法】変更

【補正内容】

【図6】

